

Comportamiento de la lana de Nueva Zelanda al blanqueo con Peróxido de Hidrógeno. (2ª parte)

J. Cegarra (1)
J. Gacén (2)
M. Caro (3)
M. Pepió (4)

RESUMEN

El blanqueo de un tipo de lana de Nueva Zelanda ha sido estudiado mediante un plan central rotacional. Las variables del proceso escogidas han sido: concentración de peróxido de hidrógeno, temperatura y tiempo del proceso. Se han calculado las ecuaciones de respuesta para los índices de blanco y amarillo, solubilidad alcalina y contenido de ácido cistéico de las lanas blanqueadas. Los resultados muestran que los cuatro parámetros de las lanas blanqueadas son muy sensibles a las variaciones de la concentración de peróxido de hidrógeno y la temperatura y poco sensibles al tiempo de duración del proceso. Se indican las condiciones óptimas del proceso de blanqueo para los niveles admitidos para la degradación de la lana.

SUMMARY

The Bleaching of a type of New Zealand wool has been studied by a central rotatable design. The variables of the process selected were: concentration of hydrogen peroxide, temperature and time. Reponse aquations for whiteness degree, yellow index, alkali solubility and content of cysteic acid of bleached wool have been calculated. Results show the four parameters to be very sensitive to variations of the concentration of hydrogen peroxide and temperature and hardly sensitive to the time of duration of the process. Optimum conditions of the bleaching process for the levels admitted for the degradation of wool are indicated.

- (1) Dr. Ing. J. Cegarra Sánchez. Director del Instituto. Catedrático de «Tintorería y Estampación» de la E.T.S.I.I. de Terrassa.
- (2) Dr. Ing. J. Gacén Guillén. Sub-Director del Instituto. Catedrático de «Polímeros Textiles» de la E.T.S.I.I. de Terrassa.
- (3) Ing. T. Montserrat Caro Silanes. Laboratorio de Polímeros Textiles del Instituto.
- (4) Dra. Ing. Montserrat Pepió Viñals. Profesor titular de Estadística de la E.T.S.I.I. de Terrassa.

RESUME

Le blanchiment d'un type de laine de la Nouvelle Zélande a été étudié moyennant un plan central rotationnel. Les variables du processus choisies ont été: la concentration en peroxyde d'hydrogène, la température et le temps du processus. On a calculé les équations de réponse pour les indices de blanc et de jaune, la solubilité alcaline ainsi que la teneur en acide cystéique des laines blanchies. Les résultats montrent que les quatre paramètres des laines blanchies sont très sensibles aux variations de la concentration en peroxyde d'hydrogène et de la température ainsi que peu sensibles au temps de durée du processus. On indique les conditions optimales du processus de blanchiment pour les niveaux admis pour la dégradation de la laine.

INTRODUCCION

Este estudio es la continuación del presentado en junio de 1.983 en la reunión de Copenhague y en él se estudia el comportamiento de la lana de Nueva Zelanda tipo 37 F 3 D, cuyo color es mucho más amarillento de la previamente estudiada tipo Ronney 114 (1). Ello ha obligado a plantear este estudio bajo unas condiciones más enérgicas de blanqueo a fin de conseguir un grado aceptable de blanco.

EXPERIMENTAL

Materia. Se utilizó un vellón de lana tipo 37 F 3 D lavado previamente con éter, alcohol etílico y agua, secado, acondicionado y abierto manualmente. Las características de esta lana son las siguientes:

TABLA I

Finura μ	41,6
Indice de blanco W (%).....	46,8
Indice de amarillo (%).....	47,0
Solubilidad alcalina (%).....	8,2
Solubilidad urea-bisulfito (%).....	38,0
Acido cisteico (%).....	0,25

Planificación de las experiencias

Las experiencias fueron planificadas según un plan central rotacional de tres variables, cuyos niveles se muestran en la tabla II, (2).

TABLA II
Variables y niveles de diseño experimental

Nivel Variable	- 1'67	- 1	0	+ 1	+ 1'67
Tiempo (horas)	3'3	4	5	6	6'7
Concentración (vol 0/1)	0'8	1'5	2'5	3'5	4'2
Temperatura (°C)	35	40	47'5	55	60

La tabla III muestra las diferentes condiciones experimentales en que se efectuaron los ensayos.

Las condiciones constantes de los ensayos de blanqueo fueron:

Estabilizador C4,5 g/l (pH:9)
 Mojante RPD.....1 g/l
 Relación de baño.....1/40

Después del blanqueo, las muestras se lavaron con agua destilada abundante y se secaron a temperatura ambiente.

Determinación del efecto de blanqueo.

El efecto de blanqueo fue evaluado determinando los siguientes parámetros.

Propiedades químicas:

Se evaluaron la solubilidad alcalina (3) y el ácido cisteico (4).

Propiedades colorimétricas:

Se determinaron el índice de blanco, W, (5) y el índice de amarillo, I.A.. (6). Se ha de señalar que a mayor valor de W la blancura de la lana es inferior.

RESULTADOS

La tabla III muestra los resultados experimentales y los calculados de acuerdo con el polinomio determinado (2), cuyos coeficientes se encuentran en la Tabla IV.

TABLA III
Condiciones de blanqueo y parámetros de las lanas blanqueadas

Ensayo nº	Tiempo horas	H O vol O/l	Temper. °C	W %		IA %		SA %		Ac. Cist. %	
				Exper.	Ajust.	Exper.	Ajust.	Exper.	Ajust.	Exper.	Ajust.
1	4	1'5	40	37'0	36'7	26'6	26'8	16'4	17'0	1'04	1'02
2	6	1'5	40	35'6	36'0	26'5	26'0	19'8	21'6	1'27	1'26
3	4	3'5	40	34'3	34'9	27'0	24'5	23'8	22'8	1'41	1'35
4	6	3'5	40	34'9	34'2	24'2	23'7	29'5	28'8	1'59	1'57
5	4	1'5	55	34'9	34'2	24'0	24'2	30'1	30'2	1'80	1'73
6	6	1'5	55	31'6	33'5	23'2	23'4	37'4	37'9	2'28	2'24
7	4	3'5	55	33'3	32'4	23'6	22'0	52'7	50'3	2'80	2'71
8	6	3'5	55	33'3	31'7	23'4	21'2	60'5	59'4	3'28	3'20
9	3'3	2'5	47'5	34'1	34'8	23'3	24'6	24'4	25'7	1'43	1'53
10	6'7	2'5	47'5	33'8	33'6	22'4	23'3	37'7	37'2	2'10	2'14
11	5	0'8	47'5	38'3	35'7	29'5	25'9	19'5	17'5	1'12	1'15
12	5	4'2	47'5	33'0	32'7	21'5	22'1	37'5	40'3	2'12	2'23
13	5	2'5	35	37'5	36'3	26'0	26'1	21'1	20'4	1'10	1'12
14	5	2'5	60	32'6	32'1	21'7	21'8	55'5	56'9	2'95	3'07
15	5	2'5	47'5	32'7	34'2	22'9	24'0	25'1	26'2	1'75	1'74
16	5	2'5	47'5	32'7	34'2	21'3	24'0	25'6	26'2	1'74	1'74
17	5	2'5	47'5	34'0	34'2	23'2	24'0	27'3	26'2	1'74	1'74
18	5	2'5	47'5	34'6	34'2	22'5	24'0	27'3	26'2	1'82	1'74
19	5	2'5	47'5	32'5	34'2	23'8	24'0	26'8	26'2	1'71	1'74
20	5	2'5	47'5	33'5	34'2	22'8	24'0	25'5	26'2	1'68	1'74

TABLA IV
Coefficientes de las ecuaciones de respuesta sobre variables codificadas

Coefficientes	W	I.A.	A.S.	Cyst. Ac.
B ₀	34'21	23'97	26'2394	1'7350
B ₁	- 0'3389	- 0'3979	3'4211	0'1833
B ₂	- 0'8949	- 1'1386	6'8421	0'3211
B ₃	- 1'2434	- 1'2727	10'9459	0'5847
B ₁₁	*	*	1'8640	0'03608
B ₂₂	*	*	0'9497	-0'01591
B ₃₃	*	*	4'4564	0'1293
B ₁₂	*	*	0'355	-0'00625
B ₁₃	*	*	0'755	0'06875
B ₂₃	*	*	3'58	0'16375
Coefficiente de correlación múltiple	0'7519	0'7012	0'9941	0'9945
Nivel de significación de la regresión	1 %	5 ⁰ /100	1 ⁰ /100	1 ⁰ /100
Error de especificación del modelo.	N.S. 5 %	N.S. 2'5 %	N.S. 2'5 %	N.S. 2'5 %

El aumento de explicación obtenido al añadir al modelo los términos indicados por asterisco no es significativo al 2,5%, por lo que ya no se consideran en la superficie de respuesta.

El error de especificación de modelo en todos los casos no es estadísticamente significativo (N.S.) al nivel indicado.

DISCUSION

Indice de blanco y de amarillo.

Dadas las características de la ecuación de un plano que relaciona W. e I.A. con las variables del proceso, la influencia de estas variables sobre las características colorísticas de las lanas blanqueadas no dan lugar a la aparición de zonas singulares en la superficie de respuesta, en los límites experimentales de este estudio. Este comportamiento es diferente al observado en la lana Ronney 114 (1).

La Fig. 1 muestra la evolución de W en relación con la temperatura y la concentración de peróxido de hidrógeno.

Fig. 1.- Evolución de W en función de la temperatura y concentración del peróxido de hidrógeno para un tiempo de blanqueo de 5 h.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Fig. 1, el índice de blanco W disminuye al aumentar la temperatura y la concentración de peróxido de hidrógeno,

obteniéndose el mínimo para los valores más elevados de ambos parámetros. Si comparamos estos resultados con los obtenidos para la lana Ronney 114 (1), para la temperatura de 55° C. obtenemos las siguientes condiciones.

	W %	Temp. °C	Tiempo h.	Vol. 0/1
Lana Ronney 114	32,3	55	3	1,5
Lana 37 F 3 D	31,6	55	5	4

Lo cual muestra para un valor W practicamente igual, las diferentes condiciones de blanqueo necesarias para lanas de la misma procedencia geográfica. Idénticas consideraciones pueden efectuarse para la evolución del I.A.

Dada la importancia del tiempo de tratamiento en el coste del proceso, se ha investigado la influencia de este parámetro en el índice de blanco, W. La Fig. 2 muestra una representación gráfica de este estudio.

Fig. 2. Influencia del tiempo y temperatura de blanqueo sobre W, para 3 vol 0/1

De acuerdo con estos resultados, a medida que aumenta el tiempo el índice W tiende a disminuir, pero la influencia del tiempo no es muy importante, consiguiéndose sólo una diferencia de 0.6 W % al pasar de 4 a 6 horas de tratamiento. Este comportamiento es muy similar al mostrado por la lana Ronney 114, y ambas lanas son menos sensibles a la variación de este parámetro que la lana australiana (1).

Solubilidad alcalina y ácido cistéico

La Fig. 3 muestra la evolución de la solubilidad alcalina en función de la concentración de peróxido de hidrógeno y la temperatura.

Fig. 3. Evolución de la S.A. en función de la concentración de peróxido de hidrógeno y de la temperatura. Tiempo de blanqueo: 5 horas.

Al igual que sucede con todas las lanas estudiadas, un aumento de la temperatura y de la concentración de peróxido de hidrógeno produce un incremento de la S.A. A las temperaturas bajas, 35-40° C, el efecto del aumento de la concentración de peróxido de hidrógeno sobre la S.A. es prácticamente inexistente, acentuándose al aumentar la temperatura; sin embargo a la concentración más baja, 1 Vol. 0/1 el efecto de la temperatura es más notorio, siendo importante a partir de los 45° C. Las condiciones extremas del plan experimental (55° C y 4 vol 0/1) originan S.A. que caen fuera de los límites aconsejables (52% S.A.).

La Fig. 4 muestra la evolución de la S.A. en función del tiempo y la temperatura del blanqueo.

Fig. 4. Evolución de la S.A. en función del tiempo y la temperatura de blanqueo. Concentración de peróxido, 3 vol. 0/1

Puede apreciarse que el parámetro que más influye sobre la S.A. es la temperatura, incrementando la S.A. al hacerlo la temperatura; la influencia del tiempo es poco

significativa. Si comparamos el efecto de estos dos parámetros en la S.A. de la lana 37 F 3 D con lo observado para la lana Ronney 114 podemos indicar que ésta es mucho más sensible a la acción del tiempo (1). Para las condiciones de las variables mantenidas constantes para estas representaciones gráficas, condiciones operativas superiores a 45° C producen S.A. superiores al 30% - 35%, lo cual no consideramos aconsejable.

Dada la correlación lineal encontrada siempre entre la S.A. y el contenido de ácido cistéico, es de esperar que la evolución de éste parámetro en función de las tres variables del proceso, siga la misma pauta que para la S.A. La Fig. 5 muestra las magnitudes de esta evolución en función de la temperatura y la concentración de peróxido de hidrógeno.

Fig. 5. Evolución del % de ácido cistéico en función de la temperatura y la concentración de peróxido de hidrógeno, para un tiempo de tratamiento de 5 horas.

Puede apreciarse que el aumento de la concentración de peróxido de hidrógeno a las temperaturas más bajas no produce aumentos considerables en el contenido de ácido cistéico, el cual aumenta considerablemente para temperaturas más elevadas, 50-55° C., a medida que aumenta la concentración de peróxido de hidrógeno.

Optimización del proceso de blanqueo

La optimización del proceso suele hallarse buscando un compromiso entre el mejor grado de blanco que es posible conseguir, aceptando una cierta degradación de la fibra que no perjudique sus características comerciales y realizando el proceso al mínimo coste.

Siguiendo el mismo sistema que el indicado en el trabajo anterior (1) para buscar las condiciones del proceso óptimo, hemos establecido dos niveles de S.A., 30% y 35%, algo más altos que para la lana Ronney 114 y para ellos hemos calculado el valor del índice W para unas series de condiciones de blanqueo deducidas de las ecuaciones indicadas en la tabla IV. Los resultados aparecen en las Fig. 6 y 7.

Fig. 6. Variación de W para diferentes condiciones de blanqueo que originan una S.A. del 30%.

Fig. 7. Variación de W para diferentes condiciones de blanqueo que originan una S.A. del 35%.

Puesto que el error experimental en el cálculo de W es ± 1 unidad, cualquiera de las condiciones de blanqueo incluidas dentro de la sección rayada de las Fig. 5 o Fig. 6 son equivalentes para la obtención del mismo grado de blanco. Por otra parte para una misma calidad de blanco, igual S.A. y W, el proceso óptimo será el más económico y de acuerdo con los estudios previos efectuados (7), esto se cumple para aquellos procesos de tiempos de tratamientos más reducidos cuando los otros parámetros son muy similares. Según esto, para los dos niveles de S.A. escogidos, los mejores procesos pueden ser:

Nivel de % S.A.	Tiempo horas	Temperatura ° C	Concentración Vol. 0/1
30	4,9	50	2,5
35	4,4	55	2

Es evidente que los precios locales pueden fijar otros criterios diferentes a los indicados en el estudio anterior (7) para la selección del proceso óptimo.

Conclusiones

Las conclusiones más importantes de este estudio son:

- 1.- El blanqueo de la lana de Nueva Zelanda tipo 37 F 3 D ha sido examinado mediante un plan central rotacional, cuya ecuación de respuesta muestra un buen ajuste a los valores experimentales y por consiguiente es válida para el análisis de este proceso.
- 2.- Las características colorimétricas de la fibra blanqueada, índice de blanco, W e índice de amarillo, I.A., dependen fundamentalmente de la concentración de peróxido de hidrógeno y de la temperatura de blanqueo y en menos extensión del tiempo de duración del proceso. Una dependencia análoga se encuentra para solubilidad alcalina y el contenido de ácido cisteico.
- 3.- Se indican las condiciones óptimas de tratamiento para dos niveles del grado de alteración de la fibra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Wool Foundation la ayuda económica recibida para efectuar este estudio. Así mismo, agradece a M.C. Escamilla el trabajo experimental desarrollado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- J. Cegarra, J. Gacén, M. Caro, M. Pepió. Rapport n° 2 Congres of I.W.T.O. Copenhagen, Junio, 1983.
- 2.- W. Cochran, G. Cox, «Experimental Designs» 2ª edición, Jhon Wiley & Soul, 1957.
- 3.- I.W.T.O., Technical Committee (Venecia, Marzo 1964).
- 4.- I.W.T.O., Technical Committee, Rapport n° 6 (Cannes 1957).
- 5.- Jaquemart j., Teintex, 27, (1962), 163.
- 6.- Norton, G.P. y Nicholls, C.H. J. Textile Institute, 51 (1960) T 1183.
- 7.- J. Cegarra, «Deustches Farben Kalender» n° 86, Enero 1982.

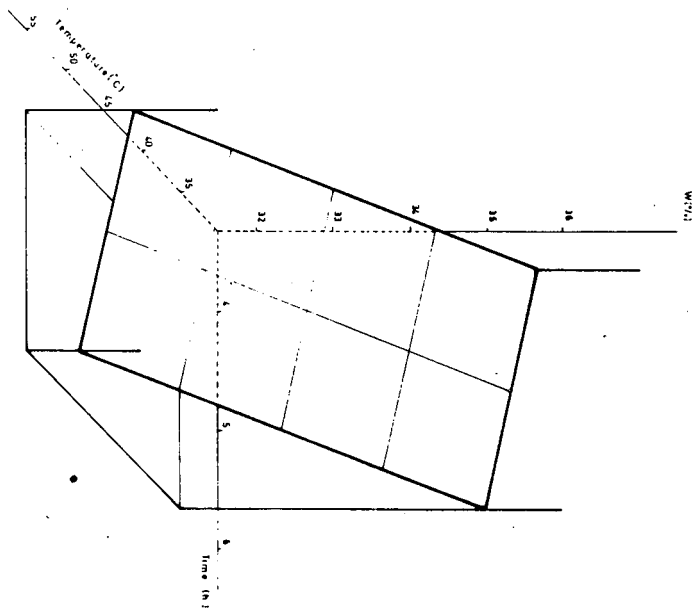


FIG. 2.- INFLUENCIA DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE BLANQUEO SOBRE M, PARA 3 VOL. O/L.

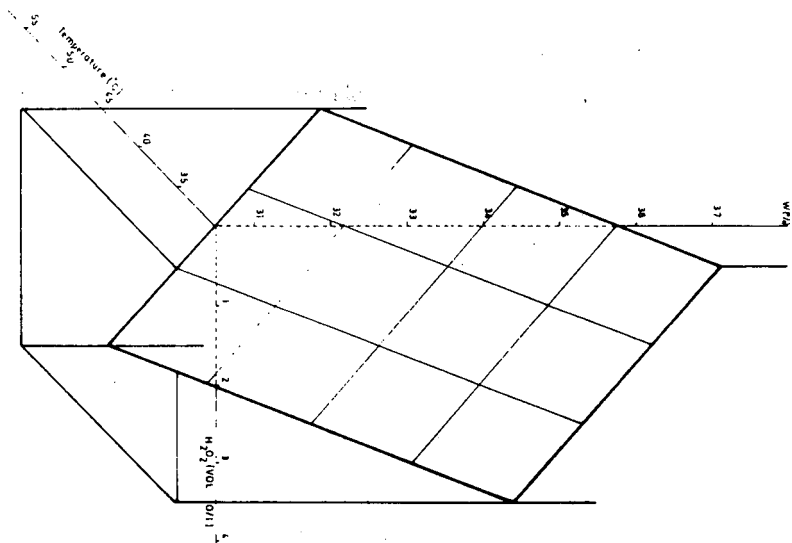


FIG. 1.- EVOLUCIÓN DE M EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA Y LA CONCENTRACIÓN DE HIDRÓGENO PARA UN TIEMPO DE BLANQUEO DE 5 H.

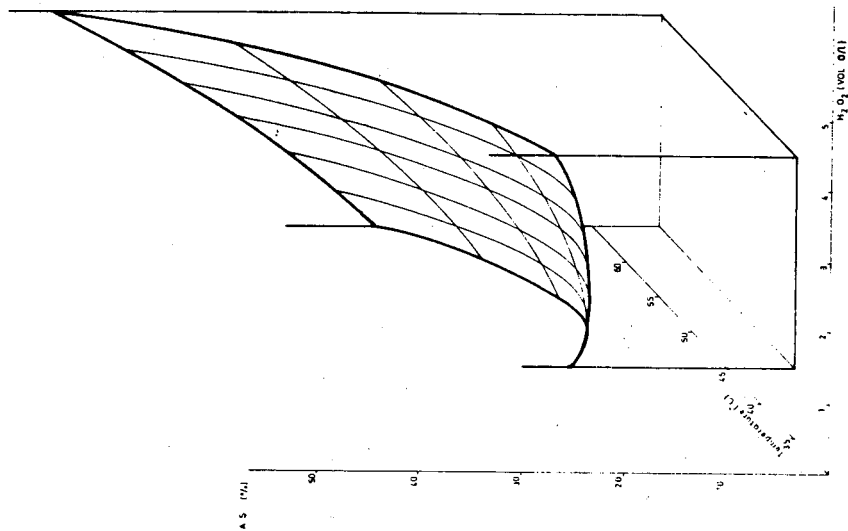


FIG. 3.- EVOLUCION DE LA S.A. EN FUNCION DE LA CONCENTRACION DE PEROXIDO DE HIDROGENO Y DE LA TEMPERATURA. TIEMPO DE BLANQUEO: 5 HORAS.

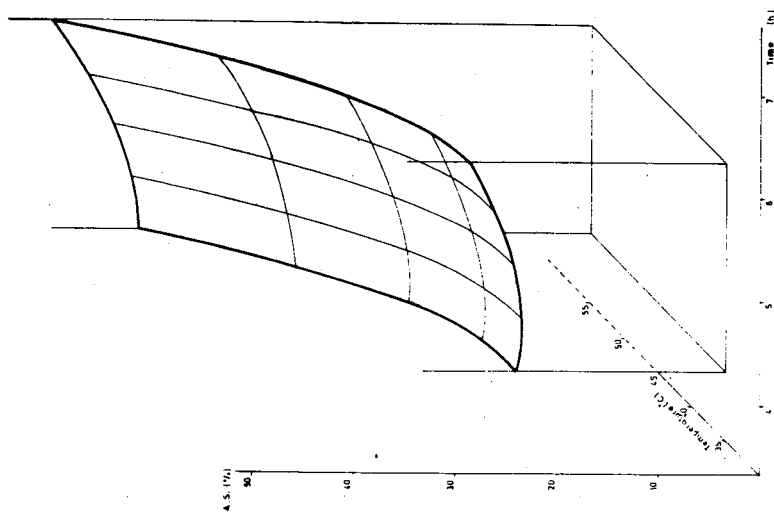


FIG. 4.- EVOLUCION DE LA S.A. EN FUNCION DEL TIEMPO Y LA TEMPERATURA DE BLANQUEO. CONCENTRACION DE PEROXIDO DE HIDROGENO, 3 VOL. O/L.

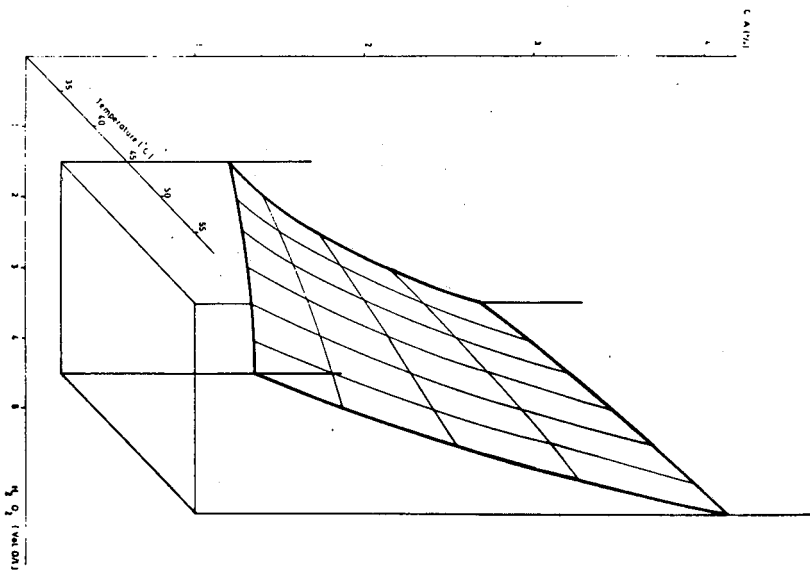


FIG. 5.- EVOLUCION DEL % DE ACIDO CISTEICO EN FUNCION DE LA TEMPERATURA Y LA CONCENTRACION DE PEROXIDO DE HIDROGENO, PARA UN TIEMPO DE TRATAMIENTO DE 5 HORAS.

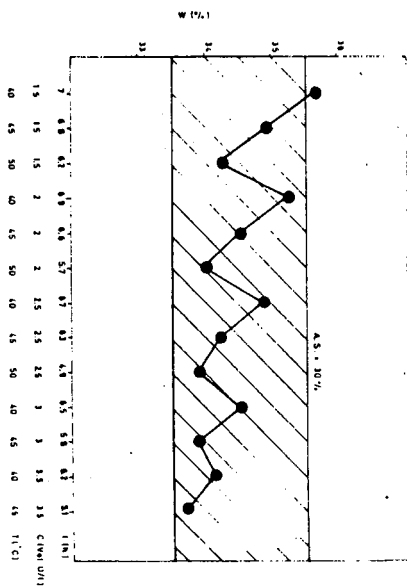


FIG. 6.- VARIACION DE M PARA DIFERENTES CONDICIONES DE BLANQUEO QUE ORIGINAN UNA S.A. DEL 30 %.

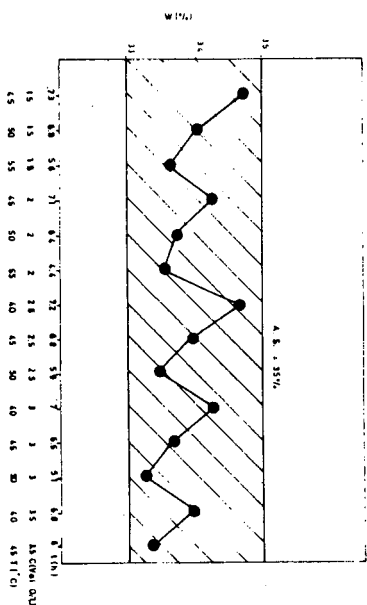


FIG. 7.- VARIACION DE M PARA DIFERENTES CONDICIONES DE BLANQUEO QUE ORIGINAN UNA S.A. DEL 35 %.